DEPARTEMENT VAN DEN LANDBOUW

IN

SURINAME

Bulletin No. 42. Januari 1921

De Sclerotium-ziekte van de Liberiakoffie in Suriname

veroorzaakt door Sclerotium coffeicolum nov. spec.

DOOR

Gerold Stahel.

ROYAL BOTANIC GARDENS
C. 26.7.21.
KEW

PARAMARIBO
J. H. OLIVIERA.

De publicaties van het Departement van den Landbouw zijn verkrijgbaar
te Paramaribo bij C. KERSTEN & Co. (Afd. Boekhandel)
te 's Gravenhage bij MARTINUS NIJHOFF
te Amsterdam bij J. H. DE BUSSY.

DEPARTEMENT VAN DEN LANDBOUW

IN

SURINAME

Bulletin No. 42. Januari 1921

De Sclerotium-ziekte van de Liberiakoffie in Suriname

veroorzaakt door Sclerotium coffeïcolum nov. spec.

DOOR

Gerold Stahel.

PARAMARIBO
J. H. OLIVIERA.

De publicaties van het Departement van den Landbouw zijn verkrijgbaar
te Paramaribo bij C. KERSTEN & Co. (Afd. Boekhandel)
te 's Gravenhage bij MARTINUS NIJHOFF;
te Amsterdam bij J. H. DE BUSSY.

INHOUD.

1.	Inleiding	pag.	5
2.	Literatuur	„	5
3.	Uitwendig zichtbare ziekteverschijnselen	„	6
4.	Microscopisch zichtbare ziekteverschijnselen	„	10
5.	Diagnose van Sclerotium coffeïcolum nov. spec.	„	15
6.	Infectieproeven	„	15
7.	De schimmel in cultuur	„	23
8.	Verwante ziekten	„	26
9.	Bestrijding der ziekte	„	28
10.	Literatuur	„	30

1. INLEIDING.

De Sclerotium-ziekte van de Liberiakoffie is in Suriname vermoedelijk reeds lang bekend, maar werd in 1913 voor het eerst door Kuyper beschreven als „Coremium"-ziekte. Daar de ziekte, voor zoover ik uit de literatuur kan opmaken, tot nu toe uitsluitend in Suriname werd gevonden, moeten we verwachten, dat de Sclerotium-schimmel een parasiet is van één of enkele in het oerbosch groeiende planten, wellicht van deze of gene Rubiacea. Het geslacht Coffea zelf komt hier in het wild niet voor.

De schade, die deze ziekte in onze koffieaanplantingen veroorzaakt, was tot 1917 zeer onbeduidend. In dit jaar trad de ziekte echter op een plantage aan de Boven-Suriname plotseling ernstig op en wel zoo, dat 80 akkers Liberiakoffie met bouillie bordelaise moesten worden bespoten. Na dien tijd heeft de Sclerotium-ziekte daar geen zoo ernstige schade meer veroorzaakt. Bij een bezoek aan deze plantage in December 1919, was de ziekte zelfs nauwelijks meer terug te vinden. Tegen einde 1920 begon zich de ziekte echter weer uit te breiden, maar niet zoo ernstig als in 1917.

De Sclerotium-ziekte is ook elders in de kolonie op de koffieaanplantingen pleksgewijze opgetreden, maar tot nu toe nog niet in zoo ernstige mate als op bedoelde plantage.

Er is nauwelijks aan te twijfelen, dat de vrij vochtige groote droge tijd in 1917 in hoofdzaak aansprakelijk moet worden gesteld voor het epiphytotisch optreden der Sclerotium-ziekte in dit jaar.

Daar het nu gebleken is, dat de Sclerotium-ziekte onder bepaalde omstandigheden een zeer kwaadaardigen vorm kan aannemen, leek mij een iets uitvoeriger onderzoek over deze ziekte niet ongewenscht.

2. LITERATUUR.

In het jaarverslag van het Departement van den Landbouw in Suriname van 1911 wordt de Sclerotium-ziekte voor het eerst

in de literatuur door J. Kuyper vermeld en in 1913 publiceerde dezelfde schrijver in Bull. 31 een korte beschrijving van deze ziekte, die hij „Coremium"-ziekte noemt. De witte stekeltjes op de onderzijde van de bladvlekken en op de zieke vruchten ziet hij voor coremiën aan, niettegenstaande hij nooit sporen aan deze lichaampjes kon vinden. Kuyper beschrijft verder de vlekken op de bladeren en vruchten, de witte stekeltjes, de sclerotiën en het gedrag van de schimmel in cultuur.

In Juli 1918 heeft de schrijver in „Mededeeling No. 13" de planters attent gemaakt op het ernstige optreden der ziekte aan de Boven-Suriname.

Dit zijn de eenige gegevens omtrent deze ziekte in de literatuur. Over verwante ziekten zie hoofdstuk 8.

3. DE UITWENDIG ZICHTBARE ZIEKTEVERSCHIJNSELEN.

De Sclerotium-schimmel veroorzaakt op de bladeren en de bessen van Liberia-, excelsa- en Abeocuta-koffie bruine, doode, vlekken. Ook op de bladeren van een canephora-koffieboom in den cultuurtuin, die vlak naast een sterk zieken excelsa-boom stond, kon ik vlekken door de Sclerotium-schimmel veroorzaakt vinden en deze ook bij kweekplanten van andere koffiesoorten (Robusta, Uganda, Mokka, Surinaamsche koffie) door kunstmatige infectie te voorschijn roepen, maar op al deze niet tot de Liberia-groep behoorende koffievariëteiten groeit de schimmel slecht. Nooit vond ik op deze koffiesoorten vlekken, die ½ cM. te boven gingen.

De vlekken van de Sclerotium-schimmel vinden we in de natuur bijna uitsluitend op geheel volwassen bladeren en op rijpe of bijna rijpe bessen. Op krachtig groeiende plantendeelen kan zich de schimmel minder goed of niet ontwikkelen.

Plaat I toont enkele deelen van bladeren van excelsa-koffie met typische vlekken, die door de Sclerotium-schimmel zijn veroorzaakt. De vlekken vertoonen meestal zeer duidelijke concentrische ringen. Smalle helder bruine ringen wisselen met iets breedere donkerbruine af. De smalle ringen hebben ongeveer de dikte van het gezonde blad, de breede ringen zijn meestal duidelijk ingezonken. De vlekken bedekken bij oude bladeren,

vooral bij die van excelsa-koffie, dikwijls de heele breedte van het blad. Op Liberiakoffie worden de bladvlekken in het algemeen niet zoo omvangrijk. Vlekken van 4 cM. breedte behooren daar reeds tot de grootste.

De onderzijde van de bladvlekken (Pl. II) zijn 's morgens na een dauwrijke nacht met talrijke witte stekeltjes bedekt, die bij voorkeur op de dikke deelen van de concentrische ringen staan.

Reeds een betrekkelijk zwakke wind is voldoende, om de rijpe stekeltjes af te breken en weg te waaien De stekeltjes zijn 1.5 - 4. 0. mM. lang en 0.05-0.10 mM. dik (Pl. II, IV, V). De rijpe stekeltjes, die uit kleine witte knobbeltjes ontstaan, zijn vrij stijf en breken direct boven deze knobbeltjes af. Tegen het apicale eind loopen ze meestal iets puntig toe.

Zoo lang de bladeren aan den boom hangen, vinden we de stekeltjes slechts op de onderzijde van de vlekken. Liggen de bladeren met vlekken echter op den grond, dan kunnen de stekeltjes ook op de bovenzijde van de vlekken te voorschijn komen.

Op afgevallen zieke bladeren—bij aanhoudend zeer vochtig weer ook op zieke bladeren aan den boom — groeit het mycelium centrifugaal uit het zieke bladweefsel uit en verspreidt zich in vorm van rhizomorphen oppervlakkig over het blad (Pl. IV). Dikwijls vinden we de bladeren op den grond geheel met zulke veerachtig vertakte myceliumstrengen bedekt. De rhizomorphen kunnen eveneens stekeltjes vormen (Pl. IV).

In jonge bessen kan zich de Sclerotium-schimmel in 't algemeen niet goed ontwikkelen. Eerst wanneer de bessen ongeveer $^3/_4$ van hunne definitieve grootte hebben bereikt en beginnen aan te rijpen, kan de schimmel de vrucht binnendringen. Ook op de vrucht vertoonen de bruine vlekken concentrische ringen. De rijpe of aanrijpende bessen vormen een bijzondere gunstigen voedingsbodem, hier ontwikkelt zich de schimmel bij gunstig weer zeer weelderig, de bessen zijn dan geheel bedekt met de witte stekeltjes (Pl. III). De stekeltjes zijn hier gemiddeld korter en dikker dan op de bladeren en wel 1-2 mM. lang en 0.08-0.20 mM. dik. Bij zeer vochtig weer groeien krachtige rhi-

zomorphen uit de doode bessen uit en bedekken en dooden dan niet alleen ook de jonge bessen maar ook de bloemknoppen en het geheele bloemkussen en kunnen zelfs van daaruit langs de schors van den tak heengroeien (Zie Pl. III). De rhizomorphen dooden ook de schors. Ze zijn evenals de bessen bedekt met de witte stekeltjes.

De schimmel dringt echter bij de rijpe vruchten niet tot de zaden door, maar blijft tot de sappige, suikerrijke vruchtschil (exo- en mesocarp) beperkt. De hoornschil (endocarp) vormt een ondoordringbare hindernis. De zaden van de zwarte bessen ontkiemen geheel normaal.

Reeds Kuyper heeft op de doode zieke bladeren op den grond onder de koffieboomen de oranje tot bruinachtig gekleurde sclerotiën ontdekt. Ze zijn daar meestal meer of minder sterk afgeplat en tot ½ cM. breed. Vrij dikwijls ontwikkelen zich deze sclerotiën niet oppervlakkig maar tusschen de beide epidermen van het blad, ze verschijnen dan als lensachtige, sterk afgeplatte lichaampjes in het blad.

Overeenkomstig den weelderigen groei van de Sclerotiumschimmel in de vruchtschil ontwikkelen zich de sclerotiën op de doode vruchten bijzonder krachtig en overvloedig. In sterk zieke velden ziet men op den grond de afgevallen doode bessen dikwijls geheel bedekt met de oranjeroode sclerotiën. Op de vruchten zijn de sclerotiën meestal grooter en minder afgeplat, dan op de bladeren.

Bij aanhoudend regenweer ontstaan de sclerotiën reeds vóór dat de bessen afgevallen zijn. Ook op de onderzijde van de bladvlekken kunnen we onder deze omstandigheden reeds aan den boom de sclerotiën vinden, weliswaar, veel zeldzamer dan op de vruchten.

Reeds Kuyper trachtte te vergeefs uit deze sclerotiën vruchtlichaampjes te kweeken. Mijne proeven in deze richting bleven eveneens geheel zonder succes. In vochtige omgeving vormen de sclerotiën rhizomorphen, die op den grond kort en zwak blijven, die zich echter op doode bladeren tot veerachtig vertakte myceliumstrengen ontwikkelen (Pl. V).

Daar de schimmel wegens het voorkomen van gespen een basidiomyceet—misschien Clavariacea, bv. Thyphula—moet zijn,

zocht ik naar dergelijke schimmels. De doode bladeren onder enkele sterk Sclerotiumzieke excelsa-boomen in den cultuurtuin op welke de schimmel weelderig groeide, leken mij byzonder geschikt, om naar dergelijke vruchtlichamen te zoeken. Slechts zelden vond ik op deze plaatsen basidiomyceten en nooit een Clavariacea. Van Lenzites-paddenstoelen, die nogal overvloedig in de nabijheid van een sterk zieken excelsa-boom groeiden, heb ik reincultures gemaakt, in welke typische kleine Lenzites-vruchtlichamen gevormd werden, maar het mycelium en de groei was geheel verschillend van die van de Sclerotium-schimmel. Verscheidene keeren vond ik op doode bladeren en vruchten in zeer vochtige omgeving kleine abnormaal dikke stekeltjes en eivormige witte lichaampjes van 1 tot 2 mM. lengte, die eventueel de gezochte Clavariaceeën-vruchtlichaampjes konden zijn, maar deze bleken geregeld slechts bijzonder plompe stekeltjes te zijn, nooit kon ik onder het microscoop sporen of basidiën aan deze lichaampjes ontdekken.

Ik heb de schimmel ook op vruchten en doode bladeren gecultiveerd en groote hoeveelheden van dit geheel van de schimmel doorgroeide substraat kort voor dat de sclerotiën zich zouden vormen, deels met grond vermengd in potten gedaan, deels boven op vochtig gehouden grond gelegd. Ook heb ik kleine mandjes met dit van de Sclerotium-schimmel doorgroeide substraat opgevuld, buiten onder een schaduwrijken boom geplaatst en goed vochtig gehouden, maar nooit kon ik iets anders verkrijgen dan de stekeltjes of de sclerotiën.

Zooals reeds vermeld, worden de witte stekeltjes, wanneer ze volwassen zijn, gemakkelijk door den wind afgebroken en weggewaaid. In sterk zieke velden vinden we bijna op alle bladeren meerdere van deze stekeltjes liggen, vooal op de bovenzijde, niet zelden echter ook op de onderzijde van het blad. Bij vochtig weer zien we rondom vele van deze stekeltjes de bruine bladvlekken ontstaan. Met de loup, maar ook reeds met het ongewapende oog kunnen we duidelijk zien, dat deze stekeltjes bij vochtig weer meestal één, maar ook twee of meer kleine tot 0.5 mM. dikke knobbeltjes vormen (Pl. VI en Pl. XI Fig. 8) onder en om welke zich de bruine vlekken vormen. Deze kleine knobbeltjes zijn dus blijkbaar de organen, met behulp van welke de

schimmel het weefsel binnendringt, het zijn de appressoriën van de Sclerotiumschimmel.

Ook de rhizomorphen van ontkiemde sclerotiën vormen in vochtige omgeving op levende bladeren en bessen talrijke appressoriën, om welke zich de bruine vlekken ontwikkelen (Pl. VII).

4. HET MICROSCOPISCH ONDERZOEK.

De witte stekeltjes bestaan uit een bundel van 5-8 micron dikke hyphen, die door talrijke anastomosen met elkander zijn verbonden. Bij rijpe stekeltjes is de oppervlakte van de hyphen korrelig of met wratjes bedekt. Somwijlen verschijnen deze wratjes als mooie kristallen. Op grond van het microchemisch onderzoek met zoutzuur en geconcentreerd zwavelzuur bleken deze bedekkingen uit oxaalzure kalk te bestaan. Behalve aan den stevigen samenhang der hyphen tengevolge van de talrijke anastomosen danken de stekeltjes blijkbaar ook aan deze incrustatie hun stijfheid.

Gedurende mijn onderzoek heb ik een zeer groot aantal van deze stekeltjes onderzocht, maar kon nooit ook slechts een aanduiding van sporenvorming ontdekken. Ook Kuyper heeft geen sporen kunnen vinden, maar hij vermeldt, dat hem de heer Drost heeft medegedeeld, dat hij enkele jaren geleden stekeltjes met sporen heeft gevonden. Kuyper zegt daarom: „afgaande op deze mededeelingen is het wel zeker, dat we hier te doen hebben met een Stilbacea", dat dus deze stekeltjes coremiën zijn. Kuyper noemt daarom de ziekte de „Coremiumziekte".

Op oudere bladvlekken vinden we behalve de jonge stekeltjes, die op de uiterste ringen staan, in het centrum van de vlek meestal enkele oude stekeltjes, die afgebroken zijn, maar daar bleven hangen. Deze zijn reeds aan hunne grijs tot groenachtige kleur te herkennen. Onder het microscoop bleken deze stekeltjes bedekt te zijn met de fructificaties van een Penicillium, dat ook op de sclerotiën en de rhizomorphen zeer dikwijls voorkomt en blijkbaar de oorzaak is van het vroegtijdig afsterven van deze organen.

Er is nauwelijks aan te twijfelen, dat de heer Drost een beschimmeld stekeltje had gezien. Het is wel jammer, dat hij zijn

preparaat niet had bewaard, anders zoude Kuyper hebben kunnen constateeren, dat deze fructificaties tot een andere schimmel behoorden.

Volgens de Bary komen dergelijke steriele, op vruchtlichamen gelijkende organen dikwijls bij Claveriaceeën voor. Fries noemt ze anthinen en ook in de hedendaagsche systematiek van de schimmels vinden we nog onder de „mycelia sterilia" het geslacht Anthina.

De inhoud van de hyphen die de stekeltjes vormen is eenigszins glanzend en kleurt met jodium diep roodbruin. Deze kleur verdwijnt bij het verwarmen en verschijnt weer bij het afkoelen. De stekeltjes bevatten dus blijkbaar veel glycogeen, dat bij de vorming van de appressoriën verbruikt wordt.

De sclerotiën zijn binnen wit gekleurd en met een oranje-roode tot bruine schors omgeven. De buitenste laag van de schors bestaat uit afgestorven hyphen, bij welke de celwanden zeer sterk opgezwollen en aan elkander geplakt zijn. Bij rijpe sclerotiën is meestal in 't geheel geen structuur meer te herkennen, maar bestaat de buitenste laag uit een nagenoeg homogene bedekking (Pl. XI, Fig. 1). Aan deze buitenste bedekking grenst een laag van dikwijls iets op palissaden gelijkende hyphen. De buitenwanden van deze hyphen zijn verdikt, ongeveer zooals bij epidermiscellen van phanerogamen. Het merg ziet er eenigszins pseudoparenchymatisch uit en bestaat ten deele uit wijde (tot 25 micra) met glycogeen opgevulde cellen, ten deele uit smalle (5-10 micra) hyphen met weinig glycogeen. De sclerotiën in reinculturen verkregen zijn in hun bouw eenigszins afwijkend van de in het veld groeiende sclerotiën. Dit heeft zijn reden daarin, dat deze sclerotiën in tegenstelling met de in het veld groeiende hier in een geheel met waterdamp verzadigde lucht ontstaan.

De schors; die bij de in de vrije lucht gegroeide sclerotiën geheel homogeen is, toont bij de sclerotiën in reincultures donkere vlekken (Pl. XI, Fig. 2), die meestal òf een weinig bol òf een weinig hol zijn. Deze vlekken zijn in de cultures met uitgeperste waterdruppeltjes bedekt. Op dwarse doorsneden verschijnen deze sclerotiën niet gelijkmatig wit van kleur, zooals de in de vrije natuur gegroeide, maar van uit de donkere vlekken op de schors

dringen donkere pennen naar binnen. Onder het microscoop zien we, dat bij deze donkere gedeelten de hyphen zonder intercellulairen aan elkander sluiten, dat ze echter in het overige weefsel veelvuldig intercellulairen vertoonen, die met lucht opgevuld zijn. De donkere gedeelten moeten als hydathoden beschouwd worden.

De hyphen in het plantenweefsel en in de agar zijn 3-5 micron, in de rhizomorphen 5-8 micron dik. De hyphen in de rhizomorphen vormen talrijke gespen, die meestal tegenover een zijtak staan. (Pl. XI, Fig. 5 en 6). Wegens het voorkomen van gespen moeten we veronderstellen, dat de schimmel tot de basidiomyceten behoort. De hyphen bevatten een fijnkorrelig plasma en talrijke meer of minder groote vacuolen. In het weefsel van de koffieplant groeit de schimmel intercellulair en zonder haustoriën te vormen.

De appressoriën, die aan de witte stekeltjes en aan de rhizomorphen kunnen ontstaan, hebben een doorsnede van 0.05-0.5 mM. Aan de hand van talrijke hand- en paraffinecoupes heb ik het binnendringen van de schimmel met behulp van de appressoriën bestudeerd.

Op de onderzijde van het blad zijn de appressoriën gemiddeld veel kleiner dan op de bovenzijde. Op de onderzijde dringt de schimmel de huidmondjes binnen. Dikwijls zijn de hyphen, die het huidmondje binnen dringen even buiten het huidmondje iets opgezwollen (Pl. VIII, Fig. 1). Op de bovenzijde van het blad moet de schimmel echter de epidermis doorboren. Jonge appressoriën hebben een halven kogelvorm, met de platte zijde naar het blad gekeerd. Ze plakken vrij stevig aan het blad vast met behulp van een vermoedelijk gomachtige substantie.

Bij de preparatie van de coupes (koken met glycerine-azijnzuur), wordt echter deze samenhang verbroken (zie Pl. X en Pl. IX). Vooral op Plaat IX kan men duidelijk deze substantie, die nog meer of minder den vorm van de oppervlakte van het blad vertoont, herkennen. De hyphen v/d appressoriën loopen meer of minder duidelijk naar het centrum van de contactvlakte samen (Pl. X Fig. I). Enkele van deze centrale hyphen doorbreken de cuticula (Pl. VIII Fig 2) en dooden dadelijk de naaste epidermiscellen. Of het doorbreken van de cuticula in het cen-

trum zuiver mechanisch gebeurt, waarbij de vastplakkende contactvlakte als steunpunt dient, dan wel de centrale hyphen een enzym afscheiden, dat de cuticula oplost, is moeilijk uit te maken. De binnengedrongen hyphen breiden zich eerst tusschen de cuticula en de epidermiscellen uit en dooden dan de epidermiscellen met welke ze in aanraking komen. De doode epidermiscellen worden dan door de krachtig binnendringende schimmel samengedrukt (Pl. IX). Het groeipunt van de in het weefsel dringende hyphen is zeer protoplasmarijk en iets opgezwollen. Nadat de epidermiscellen platgedrukt zijn, beginnen de palissadecellen, die aan deze doode epidermiscellen grenzen af te sterven en wel van het centrum uit, daar waar het eerst de epidermiscellen werden gedood. In dichte scharen dringen nu de hyphen in het doode palissadeparenchym door. De platgedrukte epidermiscellen worden bij deze gelegenheid 90° omgedraaid, zoodat ze parallel aan de hyphen komen te liggen. De hyphen dringen in de intercellulaire ruimten van de palissadenlaag door en drukken de palissadecellen volkomen samen. Rondom de voortdringende hyphenpen sterven de bladcellen af en na een halven dag kan de schimmel reeds de epidermis van de bladonderzijde bereikt hebben, wat van buiten aan een klein bruin plekje te herkennen is. Nu begint de schimmel centrifugaal langs het sponsparenchym in het blad door te dringen, altijd voor zich uit het bladweefsel doodend. Op Fig. 4, Pl. X ziet men de in het sponsparenchym voortdringende Sclerotium-schimmel. Door donkere arceering is aangeduid, hoever het bladweefsel is afgestorven.

Het is zeer karakteristiek voor de Sclerotium-schimmel, dat hij uitsluitend in dood weefsel groeit. Het doorbreken van de cuticula of het binnendringen door de huidmondjes is in werkelijkheid het eenige parasietische moment in het leven van de Sclerotium-schimmel. De groei in het weefsel is zuiver saprophytisch.

Er is wel nauwelijks aan te twijfelen, dat de giftstof, die de schimmel uitscheidt en die de bladcellen rondom de voordringende hyphen doodt, oxaalzuur is. De rhizomorphen en de witte stekeltjes zijn namelijk geregeld bedekt met oxalaat-kristallen.

De vlekken zijn vooral 's morgens na een dauwrijke nacht,

maar ook na regenbuien, omgeven met een waterige, groene rand van ½ — 2 mM. breedte, die den overgang vormt tot de gezonde bladdeelen. Deze waterige zone, die ik ook in het laboratorium door bevochtigen van droge bladvlekken kon te voorschijn roepen, sterft spoedig af en wordt bruin. Het buitenste gedeelte van deze waterige zone is kort na het ontstaan nog vrij van hyphen, deze dringen eerst langzamerhand in het doode weefsel door. Dauw- en regenwater dringen de bruine doode vlekken, die met de Sclerotium-schimmel zijn doorgroeid binnen, lossen oxaalzuur resp. oxaalzure zouten op en infiltreeren de gezonde omgeving van de vlek, die door deze oplossing gedood wordt. Bij droog weer groeit de schimmel niet verder. Aan den rand van de bruine vlekken begint dan het bladweefsel met callusvorming te reageeren, de huidmondjes worden buiten functie gebracht en talrijke bladparenchymcellen beginnen als calluscellen uit te groeien (Pl. VIII, Fig. 3 en 4).

Heeft het blad bij droog weer enkele dagen tijd, om een dichten callusring om de vlek te vormen, dan kan de schimmel ook wanneer de regens weer invallen of weer overvloedig dauw valt niet meer verder groeien, daar de infiltratie van het omgevende weefsel onmogelijk is geworden. Valt echter geregeld 's nachts dauw of is het weer regenachtig, dan heeft het blad geen tijd, om een voldoende dichten callusring te vormen, de schimmel kan zich dan ongestoord uitbreiden

Niet zelden kan men vlekken vinden, waar de callusring op één of twee punten nog niet geheel dicht en infiltratie dus nog mogelijk was. In zulke gevallen ontstaan vlekken van onregelmatigen gelobden vorm.

Dat de schimmel in jong krachtig groeiend weefsel zich minder goed kan ontwikkelen is nu begrijpelijk, daar het krachtig groeiende weefsel veel vlugger met callusvorming reageert, dan een oud volwassen weefsel.

De samengevallen gedeelten van de concentrische ringen zijn uit de waterige randen ontstaan, de smalle ringen echter (van normale bladdikte) zijn voortgekomen uit de randzonen, die met de vorming van callus een begin hebben gemaakt, maar nog niet zoo ver gevorderd waren, om een hernieuwde infiltratie van het gezonde sponsparenchym te kunnen voorkomen.

De Sclerotiumschimmel heeft dus gedurende de heele ontwikkeling atmosferische vochtigheid noodig, in tegenstelling met de meeste andere parasitische schimmels, die dit slechts voor de infectie noodig hebben.

Daar deze Sclerotium-schimmel in de literatuur, behalve door Kuijper, nog niet is beschreven en het gebleken is, dat hij in geen geval bij de Stilbaceae t'huis behoort, zoude ik voor haar den naam *Sclerotium coffeïcolum* willen voorstellen.

5. DIAGNOSE VAN SCLEROTIUM COFFEICOLUM NOV. SPEC.

Mycelium in dood weefsel van Coffea intercellulair, in zeer vochtige lucht ook oppervlakkig groeiend in den vorm van witte veerachtig vertakte rhizomorphen, hyphen gespen vormend. *Rhizomorphen* meestal bedekt met kristallen van calciumoxalaat. *Sclerotiën* oranjegeel of bruin, 2—15 mM. dik, meestal iets afgeplat, in zeer vochtige omgeving (cultuurbuizen) met talrijke hydathoden, meestal oppervlakkig groeiend, hier en daar ook in het bladweefsel ingesloten, in het veld meer dan een jaar kiemkrachtig blijvend.

In minder vochtige omgeving (op de bladeren en vruchten aan den boom) witte, stijve *stekeltjes* (Anthina Fries). 1.5—4.0 mM. lang en 0.05—0.1 mM. breed, vormend, structuur vrijwel met die van de rhizomorphen overeenkomend, met een knobbeltje op het substraat staande, volwassen gemakkelijk boven dit knobbeltje afbrekend. Stekeltjes door den wind verspreid.

Stekeltjes met behulp van 0.05—0.5 mM. groote *appressoriën* levende, intacte, geheel of bijna geheel volwassen bladeren en vruchten van Coffea liberica, Abeocuta, excelsa, veel minder gemakkelijk C. arabica, robusta, Uganda binnendringend, maar anders zuiver saprophytisch levend, door stofwisselingsproducten (oxaalzuur) het weefsel vooruit doodend. Rhizomorphen op levend substraat eveneens appressoriën vormend.

In *Suriname* in de aanplantingen van Coffea liberica langs de Surinamerivier en op Coffea excelsa en Abeocuta in den Cultuurtuin te Paramaribo.

6. INFECTIEPROEVEN.

In de natuur ontstaan de vlekken op de bladeren en vruchten

bijna uitsluitend door infectie met de witte stekeltjes. Bij zeer vochtig weer kunnen echter ook de rhizomorphen, die uit zieke bessen uitgroeien de naburige nog gezonde bessen en bloemkussens met behulp van appressorien binnendringen en dooden.

Het is niet te verwachten, dat nog een andere wijze van infectie voorkomt, bv. door basidiosporen, daar ik nooit sporen vormende vruchtlichamen kon ontdekken. Hiervoor spreekt ook het feit, dat ik bij de zeer talrijke onderzochte zieke vlekken, wanneer deze niet reeds te oud en verweerd waren, zonder uitzondering in het centrum het infecteerende stekeltje of appressorium kon terug vinden.

In de meeste gevallen ontstaan de bladvlekken door infectie vanuit de bovenzijde van het blad. Ik heb eens 213 bladvlekken in den Cultuurtuin onderzocht en vond het infecteerende stekeltje bij 175 (82%) vlekken op de bovenzijde en slechts bij 38 (18%) vlekken op de onderzijde van het blad, niettegenstaande de schimmel gemakkelijker op de onderzijde het blad kan binnendringen. Dit laatste toonden de infectieproeven zeer duidelijk.

Op 2 October 1920 werden in den Cultuurtuin 2 volwassen bladeren van excelsa-koffie met stekeltjes geïnfecteerd en wel het eene blad op de bovenzijde, het andere op de onderzijde, telkens met 32 stekeltjes.

Op 3 October viel een hevige slagregen (17.1 mM.), die 17 stekeltjes op de bovenzijde en 4 stekeltjes op de onderzijde van het blad wegspoelde.

De verdere gegevens van deze infectieproeven werden in de onderstaande tabel samengesteld.

datum	bovenzijde					Onderzijde				
	aantal stekeltjes	aantal stekeltjes met appressoriën.	aantal appressoriën binnengedrongen	bladvlekken aantal	bladvlekken diameter in mM.	aantal stekeltjes	aantal stekeltjes met appressoriën	aantal appressoriën binnengedrongen	bladvlekken aantal	bladvlekken diameter in mM.
4 October	15	5	—	—	—	28	21	18	18	1/4— 1
5 „	15	14	7	7	1/4— 1	28	27	27	1	1/4— 1
									6	1— 2
									6	2— 3
									11	3— 4
									3	4— 5
6 „	15	14	7	1	1— 2	28	28	28	1	1/4— 1
				6	2— 3				2	1— 2
									1	2— 3
									9	3— 4
									6	4— 5
8 „	15	14	7	1	3— 4	28	28	28	1	1/4— 1
				5	4— 5				1	1— 2
				1	5— 6				1	2— 3
									1	3— 4
									2	4— 5
									9	5— 6
									5	6— 7
									8	7— 8
12 „	15	14	7	2	4— 5	28	28	28 x)	1	2— 3
				1	8— 9				1	3— 4
				2	10—11				1	6— 7
				1	11—12				2	8— 9
				1	13—14				2	11—12
									1	12—13
									4	13—14
									4	14—15
									4	15—16
									4	16—17
									1	17—18
									1	18—19
14 „	15	14	7	2	4— 5	28	28	28	1	2— 3
				1	8— 9				1	4— 5
				1	10—11				1	6— 7
				2	13—14				2	10—11
				1	15—16				1	13—14
									1	14—15
									3	15—16
									3	16—17
									4	17—18
									4	18—19
									2	19—20
									1	20—21
									1	21—22

x) Van 4 vlekken zijn telkens 2 met elkander tot 1 vlek versmolten.

Een volgende serie van infectieproeven werd met bladeren van afgesneden takken van Liberiakoffie uitgevoerd, die onder groote glascylinders geplaatst waren. De bladeren werden bovendien dagelijks met een pulverisateur vochtig gemaakt.

Den 15den Juli 1920 werden 2 volwassen bladeren met stekeltjes geïnfecteerd en wel het eene met 126 stekeltjes op de bovenzijde, het andere met 131 stekeltjes op de onderzijde.

datum		aantal stekeltjes	aantal stekeltjes met appressoriën	aantal appressoriën binnengedrongen	bladvlekken	
					aantal	diameter in mM.
16 Juli	Bovenzijde	126	4	—	—	—
17 Juli		126	109	88	59	1/4—1
					29	1—1 1/2
21 Juli		126	109	97	6	1/4—1
					31	1—2
					49	2—3
					11	3—4
16 Juli	Onderzijde	131	87	45	45	1/4—1
17 Juli		131	112	112	29	1/4—1
					55	1—2
					26	2—3
					7	3—4
21 Juli		131	119	119	9	1/4—1
					38	1—2
					42	2—3
					14	3—4
					5	4—5
					1	5—6

Den 16den Juli 1920 werden 2 halfvolwassen bladeren van Liberia-koffie geïnfecteerd en wel het eene met 63 stekeltjes op de bovenzijde, het andere met 64 stekeltjes op de onderzijde.

datum	Bovenzijde					Onderzijde				
	aantal stekeltjes	aantal stekeltjes met appressoriën	aantal appressoriën binnengedrongen	bladvlekken		aantal stekeltjes	aantal stekeltjes met appressoriën	aantal appressoriën binnengedrongen	bladvlekken	
				aantal	diameter in mM.				aantal	diameter in mM.
17 Juli	63	3	—	—	—	64	13	12	12	1/4—1
19 Juli	63	21	17	5 11 1	1/4—1 1—2 2—3	64	24	22	4 16 2	1/4 -1 1—2 2—3
22 Juli	63	21	17	5 7 3 2	1/4—1 1—2 2—3 3—4	64	24	22	3 10 8 1	1/4—1 1—2 2—3 3—4

Den 16den Juli 1920 werden ook twee zécr jonge ca 6 cM. lange bladeren van Liberiakoffie met stekeltjes geïnfecteerd en wel met 31 op de bovenzijde en met 25 op de onderzijde van het blad.

datum	bovenzijde					onderzijde				
	aantal stekeltjes	aantal stekeltjes m/ appressoriën	aantal appressoriën binnengedrongen	Bladvlekken aantal	Bladvlekken diameter in mM.	aantal stekeltjes	aantal stekeltjes m/ appressoriën	aantal appressoriën binnengedrongen	bladvlekken aantal	bladvlekken diameter in mM.
17 Juli	31	2	1	1	1/4-1	25	1	1	—	—
19 „	31	9	9	7 2	1 - 2	25	1	1	1	1 - 2
22 „	31	9	9	3 4 1 1	1 - 2 2 - 3 3 - 4 6 - 7	25	2	2	1 1	1/4 - 1 1 - 2

Uit deze en uit talrijke andere infectieproeven, van welke het protocol hier niet zal worden afgedrukt, blijkt, dat de infecties gemakkelijk vanuit de onderzijde van het volwassen blad kunnen geschieden. Niet alleen worden op de onderzijde vlugger appressoriën gevormd, maar ze dringen ook in grooter aantal en vlugger het blad binnen. Behalve dit, worden ook de stekeltjes op de onderzijde van het blad veel minder gemakkelijk door slagregens weggewasschen. Maar niettegenstaande dit alles vinden we dat in de natuur de meeste stekeltjes van uit de bovenzijde het blad zijn binnengedrongen, omdat in de natuur de meeste stekeltjes op de bovenzijde van de bladeren terecht komen.

10 Tot 12 dagen na de infectie kunnen op de onderzijde van de vlekken de eerste stekeltjes te voorschijn komen.

Bij het infecteeren van vruchten bleek, dat de stekeltjes met behulp van appressoriën wel gemakkelijk de vruchtschil konden binnendringen, maar dat het grootste gedeelte der vlekken spoedig weer genas. Een enkele geheel Sclerotium-zieke bes is echter voldoende, om bij vochtig weer alle bessen van 2 tegenoverliggende vruchtkussens te infecteeren en wel met behulp van de uit zieke bessen uitgroeiende rhizomorphen, die met tal van appressoriën de gezonde naburige bessen binnendringen en dooden. Het verkorte protocol van een serie infectieproeven met vruchten mag hieronder volgen. 20 Rijpe bessen van Liberiakoffie werden den 22sten November 1920 in vochtige glazen doozen geplaatst. Op iedere bes werden 3 stekeltjes gebracht.

datum	aantal bessen	aantal stekeltjes	aantal stekeltjes met appressoriën	aantal appressoriën binnen gedrongen	vlekken	
					aantal	mM. diameter
23 Nov.	20	60	59	45	—	—
24 Nov.	20	60	59	57	32 20 5	tot 1 1 — 2 2 — 3

datum	aantal bessen	aantal stekeltjes	aantal stekeltjes met appressoriën	aantal appressoriën binnen gedrongen	vlekken	
					aantal	mM. diameter
25 Nov.	20	60	59	59	24	tot 1
					15	1 — 2
					16	2 — 3
					4	3 — 4
26 Nov.	20	60	59	59	24	tot 1
					13	1 — 2
					10	2 — 3
					9	3 — 4
					3	4 — 5
27 Nov.	20	60	59	59	23	tot 1
					11	1 — 2
					8	2 — 3
					9	3 — 4
					5	4 — 5
					3	meer dan 5

Vanaf 27 November groeiden de vlekken van 13 bessen niet meer, maar die van 7 bessen vergroeiden tot groote vlekken, die na enkele dagen de heele bes hadden gedood. Ze vormden dan rhizomorphen, die met talrijke appressoriën de naburige gezond gebleven bessen infecteerden.

7. DE SCHIMMEL IN CULTUUR.

De Sclerotiumschimmel laat zich, zooals reeds Kuyper heeft vastgesteld, zeer gemakkelijk uit de witte stekeltjes cultiveeren. Wordt een niet te oud stekeltje op voedingsagar gebracht, dan groeit het geregeld tot een zuiver mycelium uit.

Dit feit was nauwelijks te verwachten, want deze stekeltjes, die vrij groot zijn en gedurende 1 tot meerdere dagen in het veld en later dikwijls ook nog enkele dagen in het laboratorium hebben gelegen, waren ongetwijfeld op hun ruwe oppervlakte met talrijke schimmelsporen en bacteries bedekt. Dat dit werkelijk het geval is, blijkt uit het feit, dat dikwijls na

verloop van meerdere dagen, in het centrum van het mycelium, daar waar het stekeltje heeft gelegen, het reeds vermelde groene Penicillium te voorschijn kwam, somwijlen ook Aspergillus niger of kleine bacterie-kolonies. Wegens de overvloedige vorming van oxaalzuur heeft het jonge, groeiende mycelium geen last van deze vreemde kiemen.

De hyphen in de agar zijn 3—5 micron, die van de oppervlakkig groeiende rhizomorphen 5—8 micron dik. De groei is op alkalische voedingsbodems slecht; op zwak zure echter, heeft de schimmel reeds na 4—5 dagen de schuine agaroppervlakte overgroeid en een vrij goed ontwikkeld luchtmycelium gevormd, dat uit vertakte rhizomorphen bestaat. Na 5—6 dagen kunnen reeds jonge sclerotiën gevonden worden; 6—8 dagen later zijn deze bruin en rijp. Dikwijls ontstaan de sclerotiën aan den rand van de agaroppervlakte, daar, waar de hyphen op het glas van het reageerbuisje overgaan. Ze kunnen echter ook midden op de agaroppervlakte ontstaan. Nooit kon ik op agar de witte stekeltjes constateeren.

Ik heb de schimmel echter ook op tal van andere voedingsbodems gecultiveerd. Het weelderigst groeide hij op gesteriliseerde bladeren van Liberiakoffie. Erlenmeyer-kolven van 1 L. inhoud, werden tot ongeveer $^3/_4$ van den inhoud met fijn gesneden Liberiabladeren (ca. 160 gr.) opgevuld en gesteriliseerd. Ongeveer 12 dagen na het enten heeft de schimmel de bladmassa geheel doorgroeid. Ook op deze doode bladstukjes vormt de schimmel talrijke appressoriën. Op den 14den dag ongeveer begint het mycelium zich aan de randen van de bladstukjes op te hoopen en witte sclerotiën te vormen. Op den 19den dag beginnen de sclerotiën bruin te verkleuren en 3 dagen later, dus ongeveer 22 dagen na het enten, zijn de sclerotiën bruin en rijp.

12 Erlenmeyerkolven van 1 L., die slechts ongeveer half met bladstukjes waren opgevuld, leverden gemiddeld 7.6 gr. sclerotiën, 8 verdere kolven, die tot ongeveer $^3/_4$ waren opgevuld leverden gemiddeld 10,1 gr. sclerotiën per kolf, 10 van de grootste sclerotiën wogen gemiddeld 0.8 gr. bij een diameter van 1.0-1,8 cm. Het gemiddelde gewicht van 106 willekeurig gekozen sclerotiën uit deze cultures was echter 0.05 gr. per sclerotium. De 106 sclerotiën verloren na 2 weken in den exsiccator 67% water.

Wordt een hoeveelheid sclerotiën in een mortier fijngewreven, dan wordt eerst een sterk paddenstoelachtige lucht opgemerkt, die spoedig in een scherpe lucht verandert, die eenigszins aan radijsjes doet denken. Dezelfde radijsjesachtige lucht werd opgemerkt, wanneer de schimmel op bessen van Liberiakoffie zich zeer krachtig ontwikkelde.

Ook bij deze cultures op bladeren en vruchten in gesloten Erlenmeyerkolven konden nooit stekeltjes worden waargenomen. Blijkbaar is de lucht onder deze omstandigheid te vochtig voor de ontwikkeling van de stekeltjes. Ook in de natuur vinden we de stekeltjes slechts op luchtige plaatsen. Onder en tusschen de vochtige doode bladeren en vruchten op den grond ontstaan slechts sclerotiën. Brengen we zieke bladeren met zeer jonge stekeltjes in een vochtige glazen doos, dan groeien de stekeltjes òf niet meer verder òf ontwikkelen zich tot rhizomorphen.

De witte stekeltjes zijn echter zeer gemakkelijk uit mycelium, afkomstig van reincultures, te verkrijgen, wanneer we op de volgende wijze te werk gaan. Cultures in Erlenmeyerkolven op gesteriliseerde bladstukjes worden op den twaalfden dag, dus even voor dat de vorming van sclerotiën begint, uit de kolven genomen en tot kleine bundeltjes vereenigd buiten in het veld opgehangen. Reeds 2 dagen later zijn de bladstukjes bedekt met talrijke stekeltjes. Ook op den grond dragen de doode door de Sclerotium-schimmel overgroeide bladeren op den bovenkant niet zelden de witte stekeltjes.

De stekeltjes blijven aan de lucht in het laboratorium gedurende meerdere maanden kiemkrachtig. Ook in den exsiccato kunnen ze langen tijd hun kiemkracht bewaren, zooals de onderstaande cijfers aantoonen.

aantal dagen in den exsiccator	aantal stekeltjes	aantal ontkiemde stekeltjes
1	3	3
4	4	4
7	4	4
14	4	4
24	4	0
43	5	1 (zwak)

Worden de sclerotiën aan de lucht in een schaaltje bewaard dan zijn ze meestal reeds na 1 of weinige weken gedood en volkomen bedekt door het groene Penicillium, dat ook in de natuur op oude bladvlekken en stekeltjes zeer algemeen voorkomt. Ik heb toen de schaaltjes met grond opgevuld en daarop de sclerotiën dicht uitgelegd, maar ook onder deze omstandigheden stierven ze èn in het veld èn in het laboratorium spoedig af. Alleen wanneer de sclerotiën op den grond in het veld verspreid liggen en niet met elkander in aanraking komen, blijven de meeste langen tijd kiemkrachtig. In Juli 1918 strooide ik onder een excelsa-koffieboom, die geheel vrij was van de Sclerotium-ziekte 50 gr. sclerotiën. In November 1919, dus na $1^1/_3$ jaar, vond ik nog verscheidene van deze oorspronkelijke sclerotiën gezond terug, maar 3 maanden later waren op den grond geen sclerotiën meer te vinden, op de bladeren echter waren talrijke secundaire sclerotiën gevormd. De boom was toen vrij sterk Sclerotium-ziek.

De ontwikkelingsgang van de Sclerotium-schimmel is dus de volgende: de witte stekeltjes, die bij vochtig en dauwrijk weer op de onderzijde van de bladvlekken en op de zieke vruchten in groote hoeveelheden ontstaan, zorgen bij vochtig weer voor de snelle verspreiding der ziekte. Bij droog weer kunnen de stekeltjes geen appressoriën vormen en kunnen dus geen nieuwe vlekken op bladeren en vruchten veroorzaken. Ook de vlekken zelf sterven bij droog weer af. De schimmel leeft dan alleen nog in vorm van sclerotiën op den grond onder de boomen, die ziek zijn geweest, en wel op de bladeren en vruchten, die door de schimmel werden gedood.

Bij regenweer loopen deze sclerotiën uit en vormen op de doode bladeren een veerachtig vertakt mycelium, dat op de bovenzijde van de bladeren bij gunstig weer de witte stekeltjes kan vormen, die door den wind op bladeren en vruchten worden gebracht en daar nieuwe vlekken veroorzaken, die overvloedig stekeltjes vormen en zoo een vlugge uitbreiding der ziekte mogelijk maken.

8. VERWANTE ZIEKTEN.

Onder het genus Sclerotium worden ongetwijfeld zeer

heterogene schimmels vereenigd, enkele behooren tot basidiomyceten, andere tot ascomyceten. Aan het kosmopolitische Sclerotium rolfsii, dat ook hier in Suriname b. v. op Canavalia ensiformis vrij dikwijls voorkomt, is Sclerotium coffeïcolum blijkbaar vrij nauw verwant. Beide Sclerotiumschimmels vormen rhizomorphen, de myceliumdraden dragen gespen en ook de bouw van de sclerotiën vertoont veel onderlinge overeenkomst. Beide dooden het weefsel van den gastheer vermoedelijk door vorming van oxaalzuur en wel zoo, dat rondom de in het weefsel voortdringende hyphen zich een zone van dood weefsel vormt, waarin nog geen hyphen te vinden zijn (Taubenhaus, 1918).

Sclerotium rolfsii groeit echter in de cultures veel krachtiger en met grovere rhizomorphen dan Sclerotium coffeïcolum. De sclerotiën van Scl. rolfsii zijn slechts 1-2 mm, die van Scl. coffeïcolum daarentegen tot 10 en meer millimeter groot en zijn in de cultures bedekt met een aantal hydathoden. Scl. rolfsii vormt geen appressoriën en geen witte stekeltjes en groeit langs de wortels en de stambasis van de gastplanten, waar Scl. coffeïcolum zich niet kan ontwikkelen, zooals enkele infectieproeven hebben aangetoond. Sclerotium coffeïcolum groeit nooit langs den grond, maar wel op doode bladeren en ander vegetatief materiaal.

Het voorkomen van gespen wijst er op, dat Scl. coffeïcolum tot de basidiomyceten behoort. Onder deze schimmelgroep zijn er vooral 3 geslachten, die bekend staan sclerotiën te vormen en wel:

Typhula en andere Clavariaceae.

Hyphochnus.

Coprinus.

De sclerotiën van onze schimmel komen het meest met die van Typhula en de andere Clavariaceae overeen, onder welke verscheidene blad- en wortelparasieten voorkomen, b.v. Typhula variabilis op suikerbieten, Typhula varians op bladeren van bieten, Typhula gyrans op koolwortels enz. Voor zoover ik uit de literatuur kon opmaken, komt het parasitisme van Typhula overeen met dat van Sclerotium coffeïcolum, de voortdringende schimmel doodt onmiddellijk het weefsel. Dat Sclerotium coffeïcolum tot de Clavariaceae moet gerekend worden daarvoor pleit

m. i. ook het voorkomen van de witte stekeltjes. Volgens De Bary behooren dergelijke steriele vormen, die onder den geslachtsnaam Anthina worden vereenigd, waarschijnlijk tot de Clavariaceae. Zooals echter reeds gezegd is, werd nooit een spoor van een vruchtlichaam van een Clavariacea ontdekt, noch in sterk Sclerotiumzieke velden, noch in telkens en telkens gevarieerde proeven met mycelium en sclerotiën.

Voor zoover ik weet, is tot nu toe nog geen parasitische schimmel bekend, die, zooals Sclerotium coffeïcolum, steriele stekeltjes vormt, die voor de verspreiding zorgen.

9. BESTRIJDING.

De schade door de Sclerotiumziekte veroorzaakt, is meestal vrij onbeduidend. Op enkele plantages komen verspreid een aantal zieke boomen of groepen van boomen voor, die zieke bladeren en vruchten vertoonen.

In 1917 bleek voor het eerst, dat de ziekte onder gunstige omstandigheden een zeer kwaadaardigen vorm kan aannemen. Binnen weinige weken kunnen uitgestrekte velden zoo sterk besmet zijn, dat de bladeren meer of minder bedekt zijn met zieke vlekken en de meeste bessen en bloemkussens gedood zijn. Weliswaar worden in de rijpe bessen de zaden niet gedood, maar blijven, zooals proeven toonden, volkomen kiemkrachtig. Alleen de sappige vruchtschil (mesocarp) wordt gedood, de harde hoornschil (endocarp) echter vormt een onoverkomelijke hindernis voor de schimmeldraden. Men zoude er daarom over kunnen denken in ernstig zieke velden de zwarte bessen die spoedig afvallen te laten verzamelen en volgens de droge methode tot marktkoffie te verwerken. Daar echter ook de onrijpe bessen worden gedood en mee verzameld, zoude op deze wijze slechts een zeer ongelijkmatig, inferieur product verkregen kunnen worden, dat de kosten aan het verzamelen besteed, niet zoude goed maken. Behalve het verlies van marktproduct, ondervinden de boomen nadeel, doordat sterk zieke bladeren afvallen, de boomen dus ijl komen te staan en verder doordat de bloemkussens worden gedood.

Komen dus op een plantage enkele zieke boomen of groepen van boomen voor, dan zouden deze en de naast bij staande gezonde boomen zoo spoedig mogelijk met bouillie bor-

delaise (2%), die een zeer werkzaam bestrijdingsmiddel tegen de Sclerotiumziekte is gebleken, bespoten moeten worden. Zijn deze boomen sterk ziek en hebben ze reeds veel bladeren en ook zieke vruchten laten vallen, dan is het wenschelijk, de bladeren en bessen onder deze boomen te verzamelen en te verbranden, want de sclerotiën, die zich op de zieke organen op den grond vormen, kunnen 1—2 jaren kiemkrachtig blijven en later door middel van stekeltjes de naburige boomen besmetten. In mededeeling No. 13 kon ik het wegzoeken der zieke bladeren en vruchten op den grond, wat reeds Kuyper heeft aanbevolen, niet aanraden, omdat het mij bekend was, dat vele sclerotiën gemakkelijk van het substraat loslaten en op den grond terecht komen, we dus door deze omslachtige bewerking slechts een gedeelte van de sclerotiën zouden kunnen verwijderen. Ik had toen verondersteld, dat de sclerotiën na een rustperiode direct tot vruchtlichamen van deze of gene basidiomyceet bv. van een Typhulasoort zouden kunnen uitgroeien en dat de basidiosporen van de vruchtlichamen de ziekte weer opnieuw op de bladeren zouden overbrengen. Dit is echter gebleken niet het geval te zijn. De sclerotiën kunnen wel uitloopen, maar uitsluitend vegetatief als rhizomorphen, voor welke de afgevallen bladeren een geschikte voedingsbodem zijn. Verwijderen we nu deze bladeren, dan vinden de op den grond achtergebleven sclerotiën resp. de uit deze ontstane rhizomorphen geen geschikten voedingsbodem, om de witte stekeltjes te vormen, want de later afgevallen bladeren van de bespoten boomen zijn op beide zijden met bouillie bordelaise bedekt en vormen dus voor de oppervlakkig groeiende rhizomorphen een weinig geschikten voedingsbodem.

Worden eventueele ziektebronnen geregeld op deze wijze vernietigd, dan is het m. i. uitgesloten, dat de ziekte ooit den kwaadaardigen vorm aan kan nemen als in 1917 op een plantage aan de Surinamerivier.

10. LITERATUUR.

De Bary. A, Vergleichende Morphologie und Biologie der Pilze, 1884.

Kuyper J., Overzicht van de koffieziekten in Suriname, Bull. No. 31, Departement van den Landbouw in Suriname 1913.

„ „ Jaarverslag van het Departement van den Landbouw in Suriname 1911, pag. 18.

Stahel, G. De Sclerotiumziekte van de Liberiakoffie in Suriname. Mededeeling van het Departement van den Landbouw in Suriname, No. 13, 1918.

Taubenhaus, J. J. Recent Studies on Sclerotium rolfsii Sacc Journ. of agr. research, Vol. XVIII, pag. 127.

Verklaring van de afbeeldingen.

Plaat I. Vlekken op bladeren van Coffea excelsa, bovenzijde. De concentrische ringen zijn zeer duidelijk te herkennen.

Nat. grootte.

Plaat II. Vlekken op bladeren van Liberiakoffie, onderzijde. De stekeltjes staan in concentrische ringen naast elkander. De knobbeltjes op het blad, boven welke de rijpe stekeltjes gemakkelijk afbreken, zijn duidelijk te herkennen. Langs de groote bladnerven dringt de schimmel meestal vlugger vooruit.

Nat. grootte.

Plaat III. Tak van Liberiakoffie met rijpe vruchten. Links vier doode met stekeltjes bedekte bessen. De rhizomorphen hebben zich langs den tak uitgebreid en de schors onder zich gedood; ze zijn bedekt met stekeltjes.

Nat. grootte.

Plaat IV. Afgevallen zieke Liberiabladeren op den grond. Het mycelium groeit in vorm van rhizomorphen uit de bladvlekken uit en verspreidt zich oppervlakkig centrifugaal over het blad. Op het eene bladstuk dragen de rhizomorphen stekeltjes.

Nat. grootte.

Plaat V. Fig. 1. Onderzijde van een dood blad op den grond. De vroegere bladvlek (in de figuur niet duidelijk te herkennen) is omgeven met centrifugaal uitgroeiende rhizomorphen. Op de oude bladvlek zijn 7 sclerotiën zichtbaar.

Nat. grootte.

Fig. 2. Doode bladeren met sclerotiën. Links lensvormige, door de epidermis bedekte sclerotiën.

Nat. grootte.

Fig. 3. Doode bessen bedekt met sclerotiën.
Nat. grootte.

Plaat VI. Bladeren van Coffea excelsa, bovenzijde, met ongeveer 34 stekeltjes, waaronder verscheidene reeds het blad zijn binnengedrongen. Bij ongeveer 12 stekeltjes zijn de appressoriën zeer duidelijk te herkennen.
Nat. grootte.

Plaat VII. Fig. 1. Ontkiemde sclerotiën op groene Liberia-koffiebladeren. Rhizomorphen met talrijke appressoriën.
$^3/_4$ × vergr.

Fig. 2. Groene koffiebessen met ontkiemde sclerotiën en talrijke appressoriën.
$^3/_4$ × vergr.

Plaat VIII. Fig. 1. Appressorium op de onderzijde van het blad, een huidmondje binnendringend. De twee binnendringende hyphen zijn even buiten het huidmondje iets opgezwollen. Een sluitcel van het huidmondje is reeds afgestorven.

Fig. 2. De centrale hyphenbundel van een appressorium heeft de cuticula doorboord en begint zich tusschen cuticula en epidermiscellen uit te breiden. De epidermiscellen nog intact. Het appressorium (gearceerd), dat anders op de cuticula is vastgeplakt, is bij de preparatie losgeraakt.

Fig. 3. Eerste begin van wondkurkvorming aan den rand van een bladvlek (C. excelsa). 2 Cellen zijn tot typische calluscellen uitgegroeid.

Fig. 4. Huidmondje uit de wondkurkzone. De bycellen van de huidmondjes zijn sterk vergroot en hebben de opening gesloten.
Vergr. ca. 1200 x.

Plaat IX. Typisch appressorium op de bovenzijde van een Liberiablad. Een prop van plasmarijke hyphen dringt tusschen cuticula en epidermiscellen binnen. De vaste samenhang van de randschijf van het appressorium met de buitenzijde van de cuticula is door de preparatie verbroken. De epidermiscellen onder de hyphenprop zijn afgestorven en samengedrukt.
Vergr. 350 ×.

Plaat X. Fig. 1. Rijp appressorium op het punt het blad binnen te dringen. De centrale hyphenbundel is duidelijk te herkennen. Het appressorium is bij de preparatie van de epidermis losgeraakt.

Fig. 2. De hyphenprop van het appressorium is reeds tot de palissadenlaag doorgedrongen.

Fig. 3. De hyphenprop is reeds tot de onderzijde van het blad doorgedrongen en heeft rondom het bladweefsel gedood.

Fig. 4. Rand van een bladvlek. Het afgestorven bladgedeelte is donker getint. De einden der hyphen zijn ongeveer ½ m.m. van de gezonde bladcellen verwijderd.
Vergr. 80 ×.

Plaat XI. Fig. 1. Bijna volwassen sclerotium; doorsnede door de schors.
Vergr. 800 ×.

Fig. 2. Sclerotium uit een agarcultuur met talrijke hydathoden.
Vergr. 2 ×.

Fig. 3. Dwarssnede door een sclerotium met de pennvormige hydathoden.

Fig. 4. Mycelium met anastomosen.
Vergr. 800 ×.

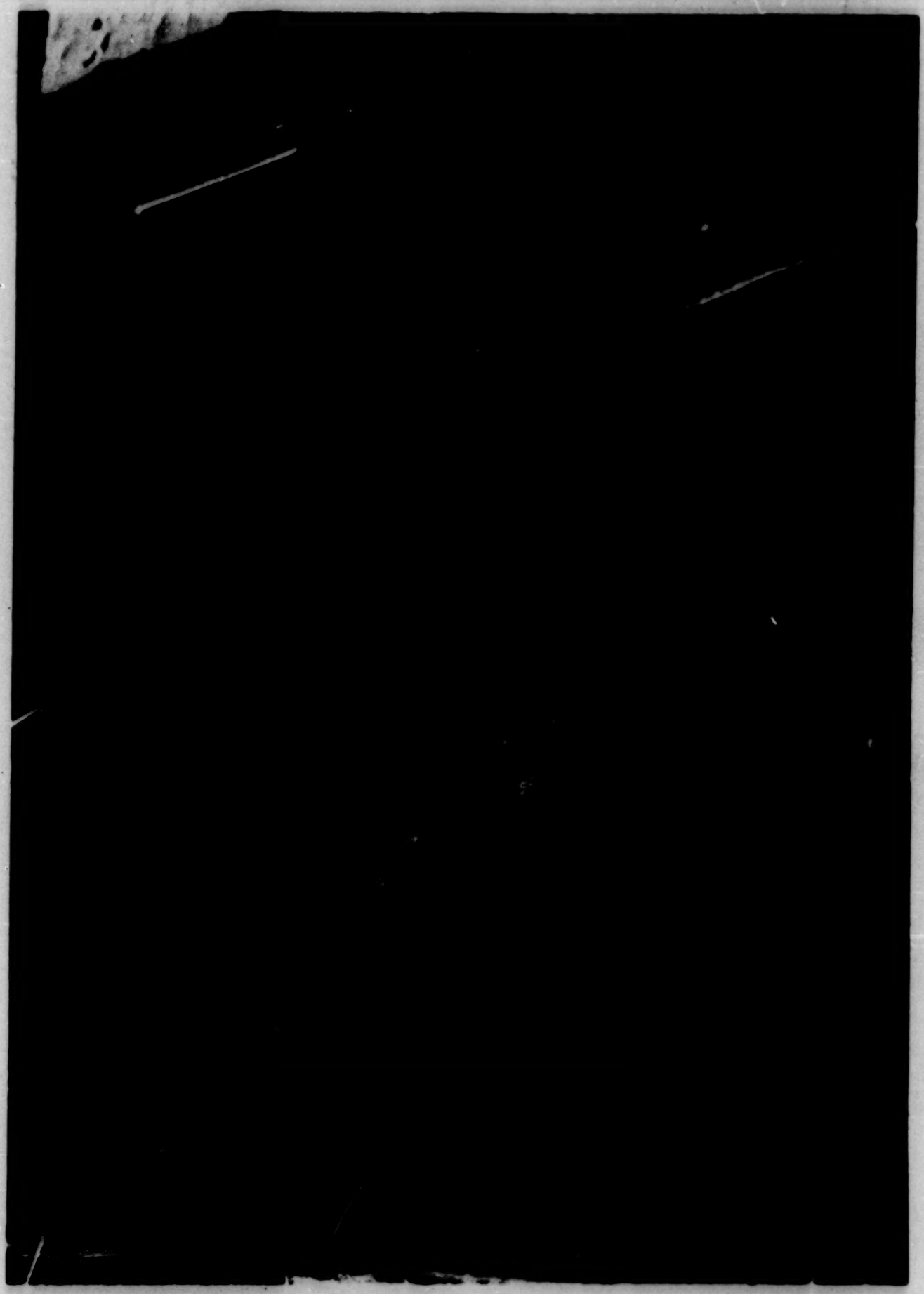
Plaat XI. Fig. 5. Hyphe met een gesp.
Vergr. 1500 ×.

6. Doode hyphe met opgezwollen celwanden. Ook de wand van de gespcel is opgezwollen.
Vergr. 1500 ×.

7. Hyphe uit een rhizomorphe, bedekt met oxalaatkristallen.
Vergr. 1500 ×.

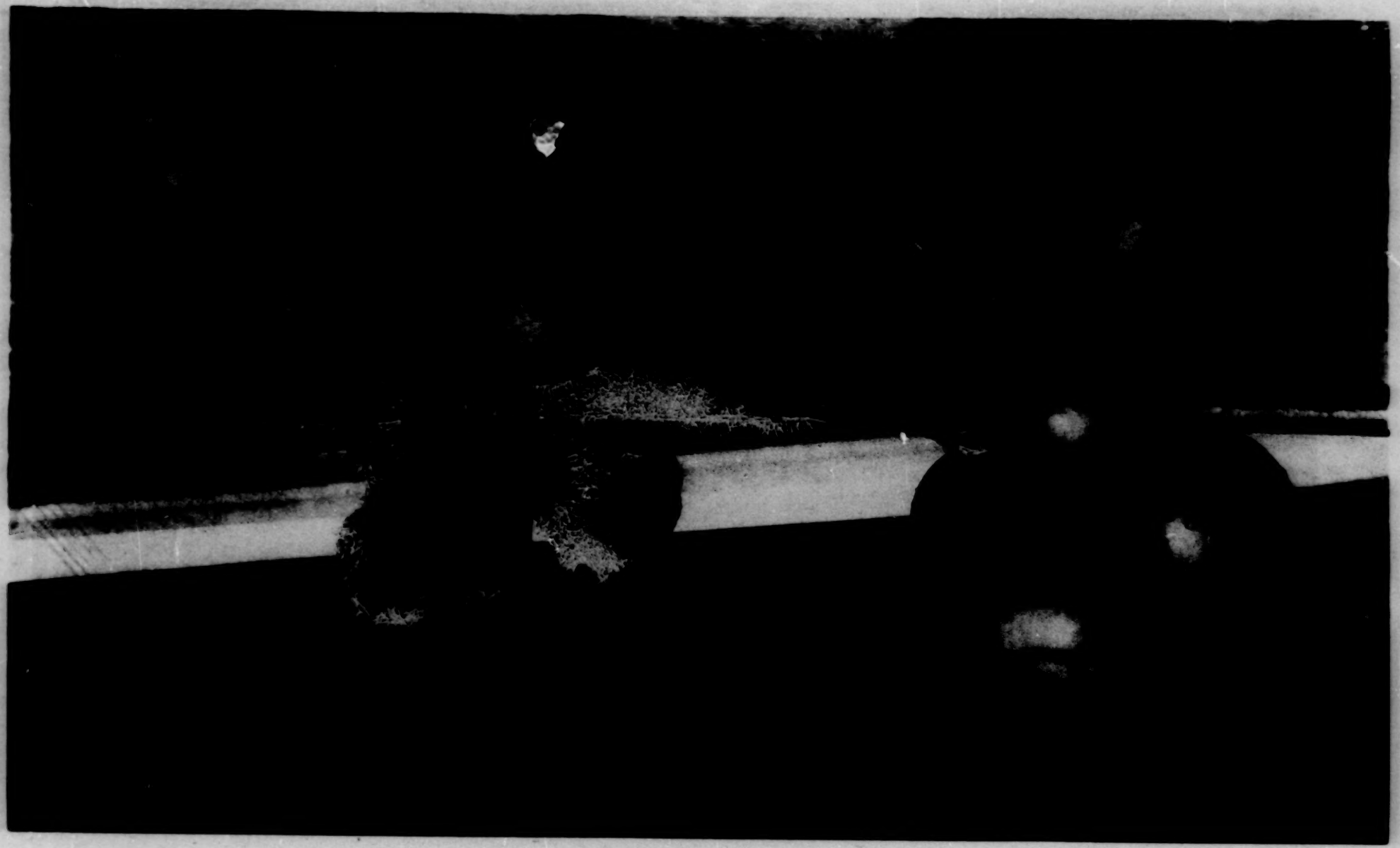
8. Stekeltje met 2 appressoriën, op de bovenzijde van een Liberiablad.
Vergr. 22 ×.

9. Dik kort stekeltje van een zieke vrucht afkomstig.
Vergr. 22 ×.

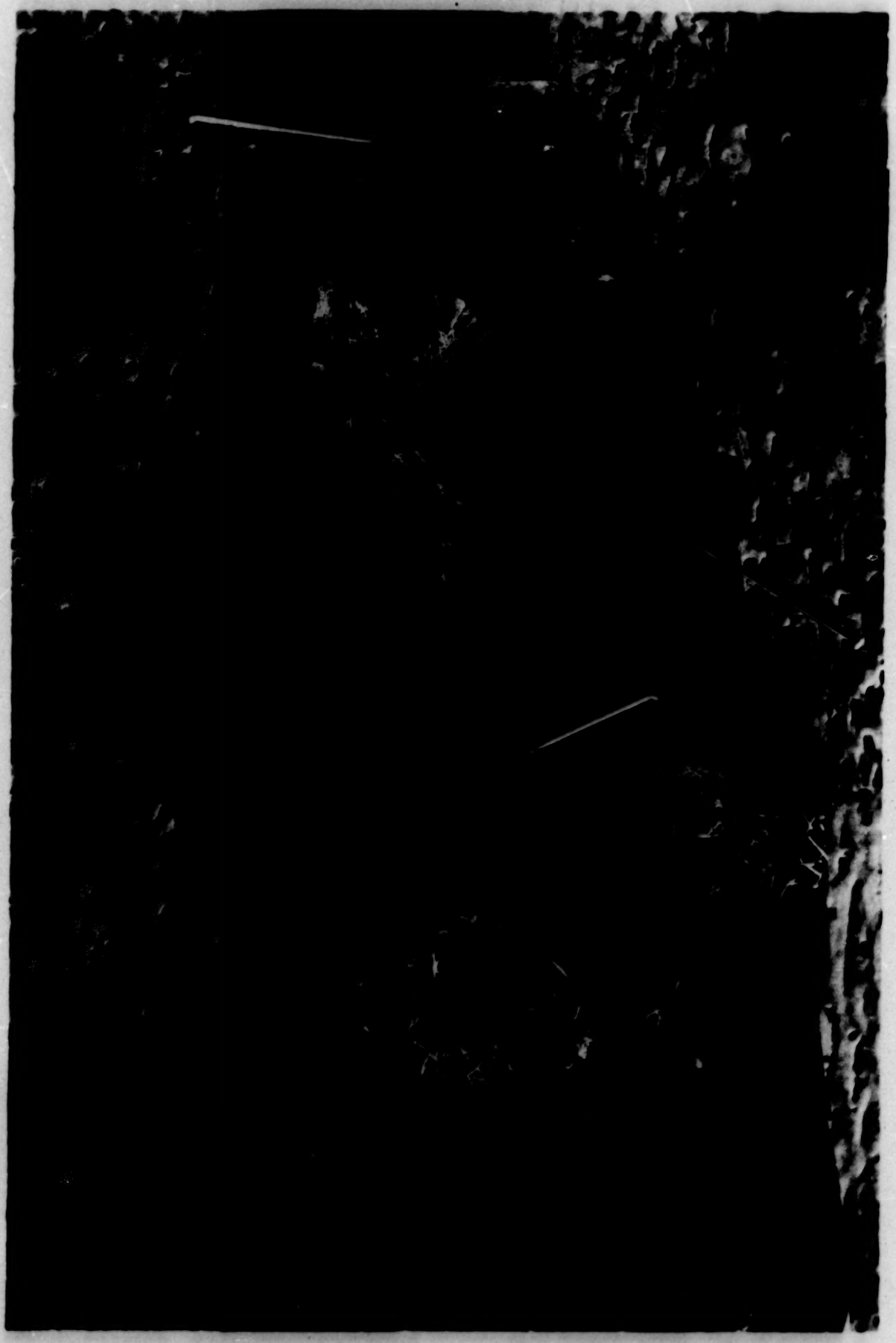


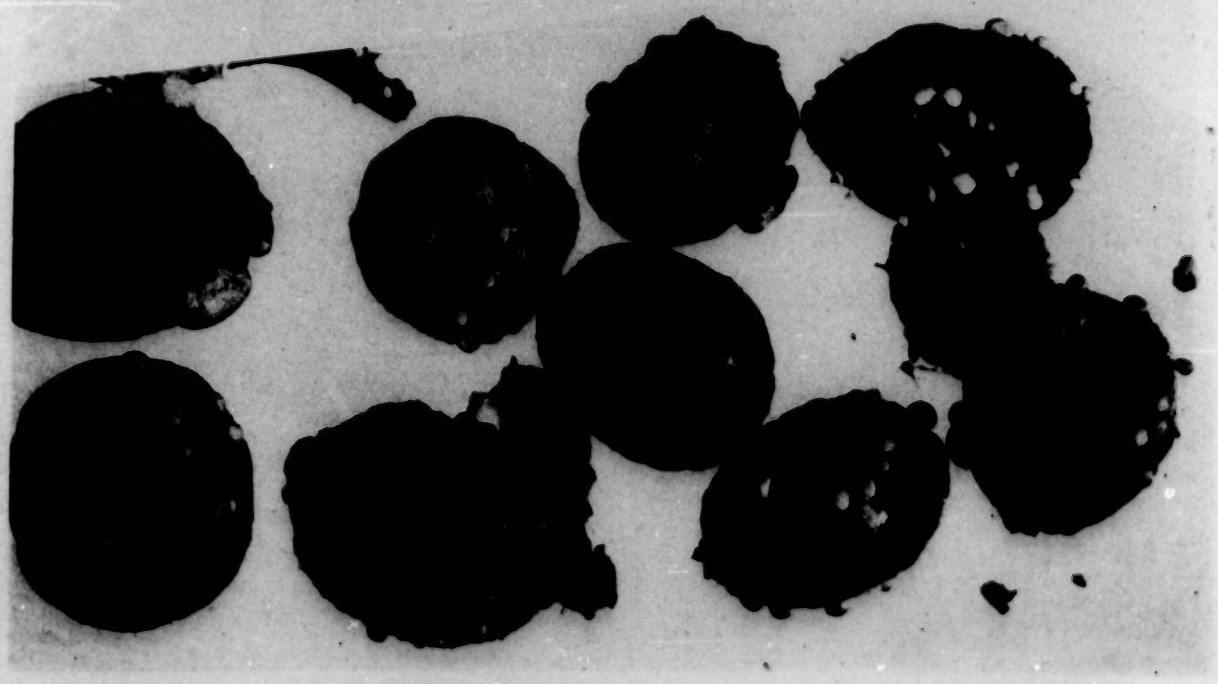
HELIOTYPIE, VAN LEER, AMSTERDAM.

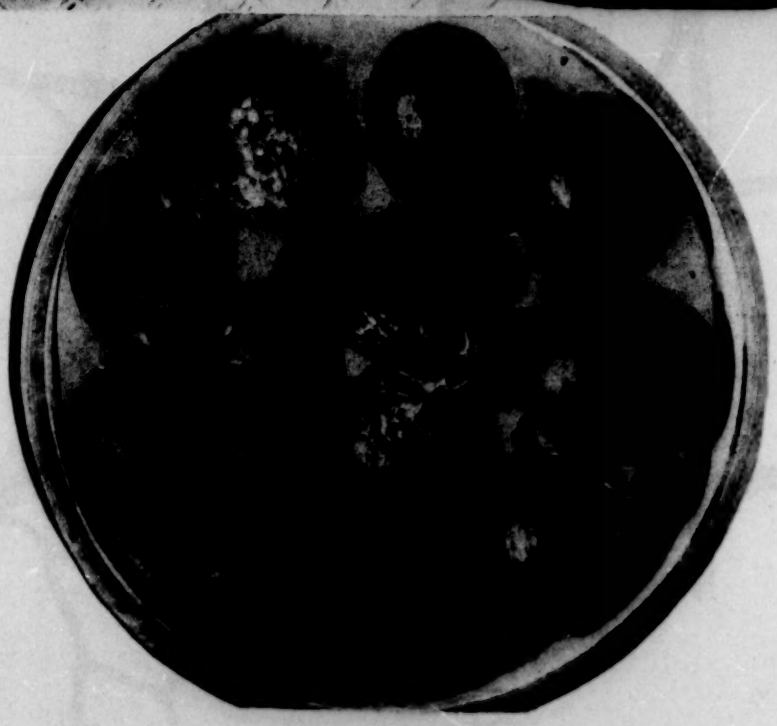
P. III.



HELIOTYPIE VAN LEER AMSTERDAM

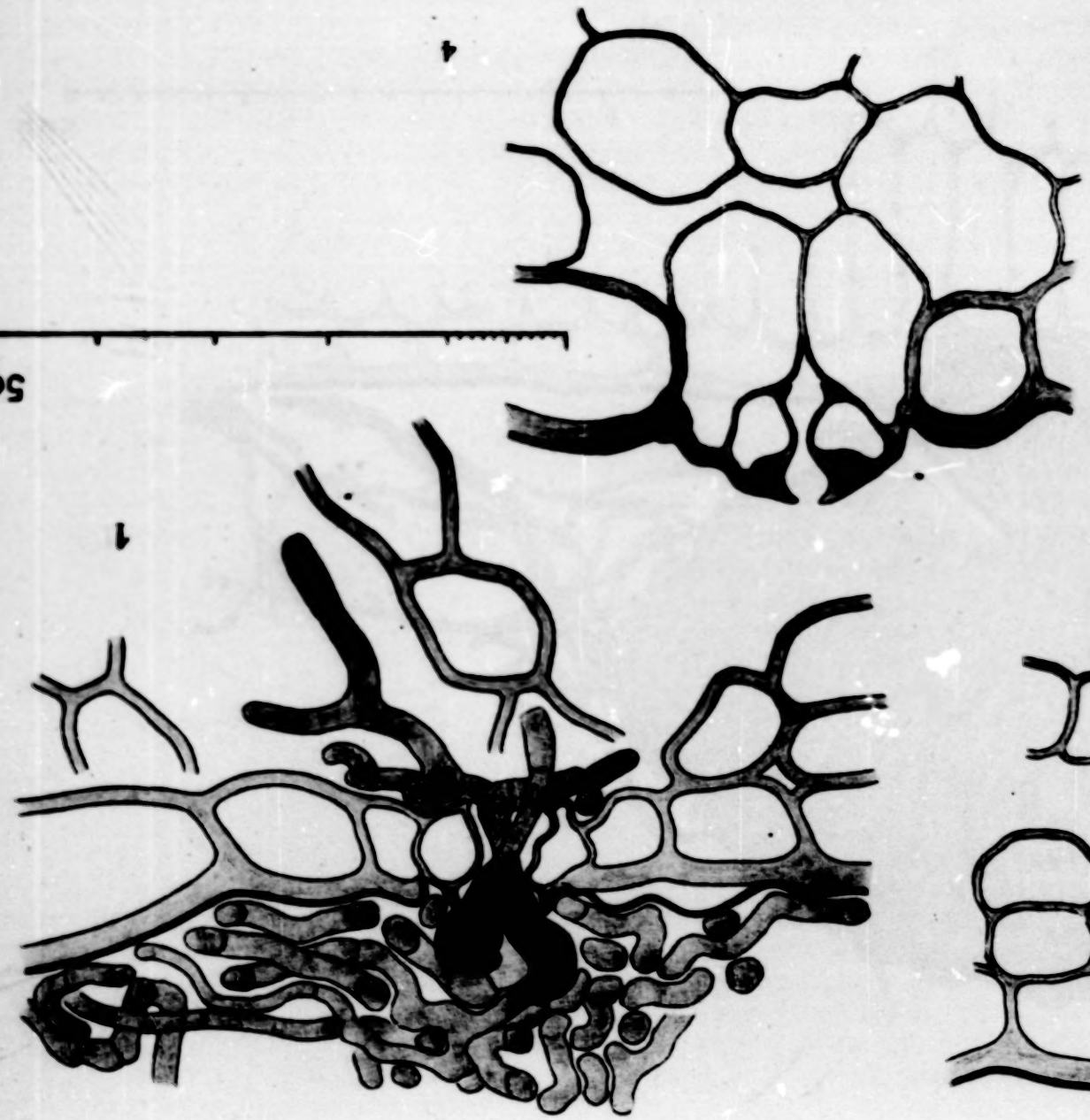






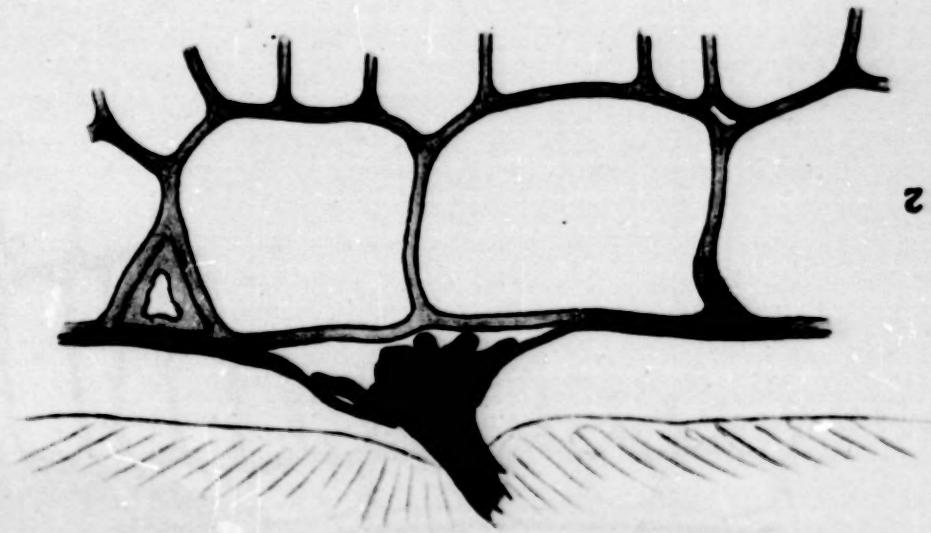
HELIOTYPIE, VAN LEER, AMSTERDAM

Pl. VIII.

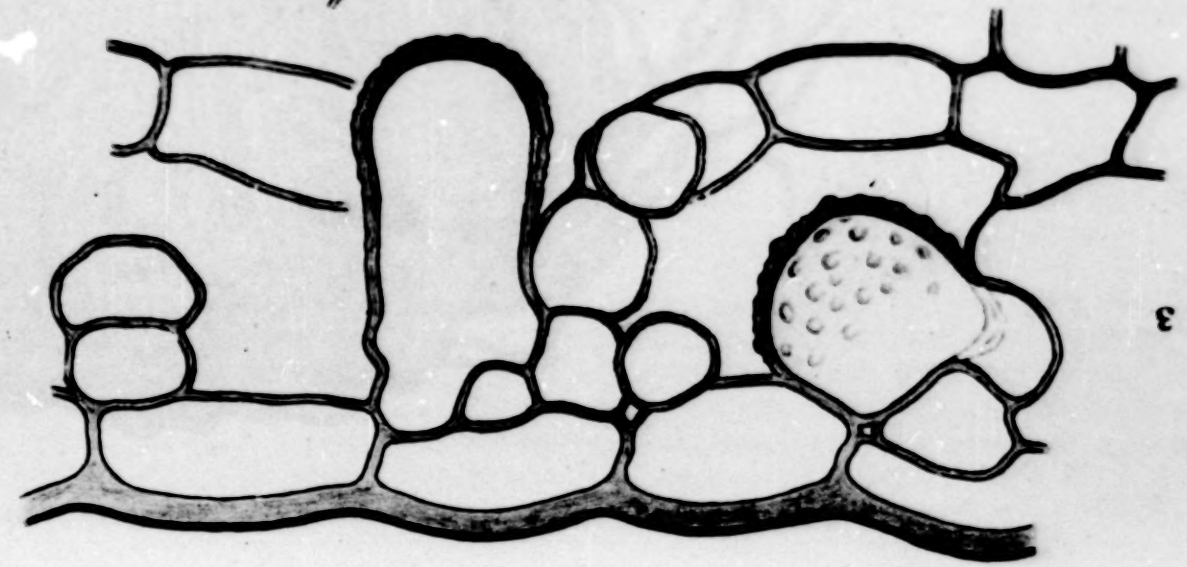


1

4



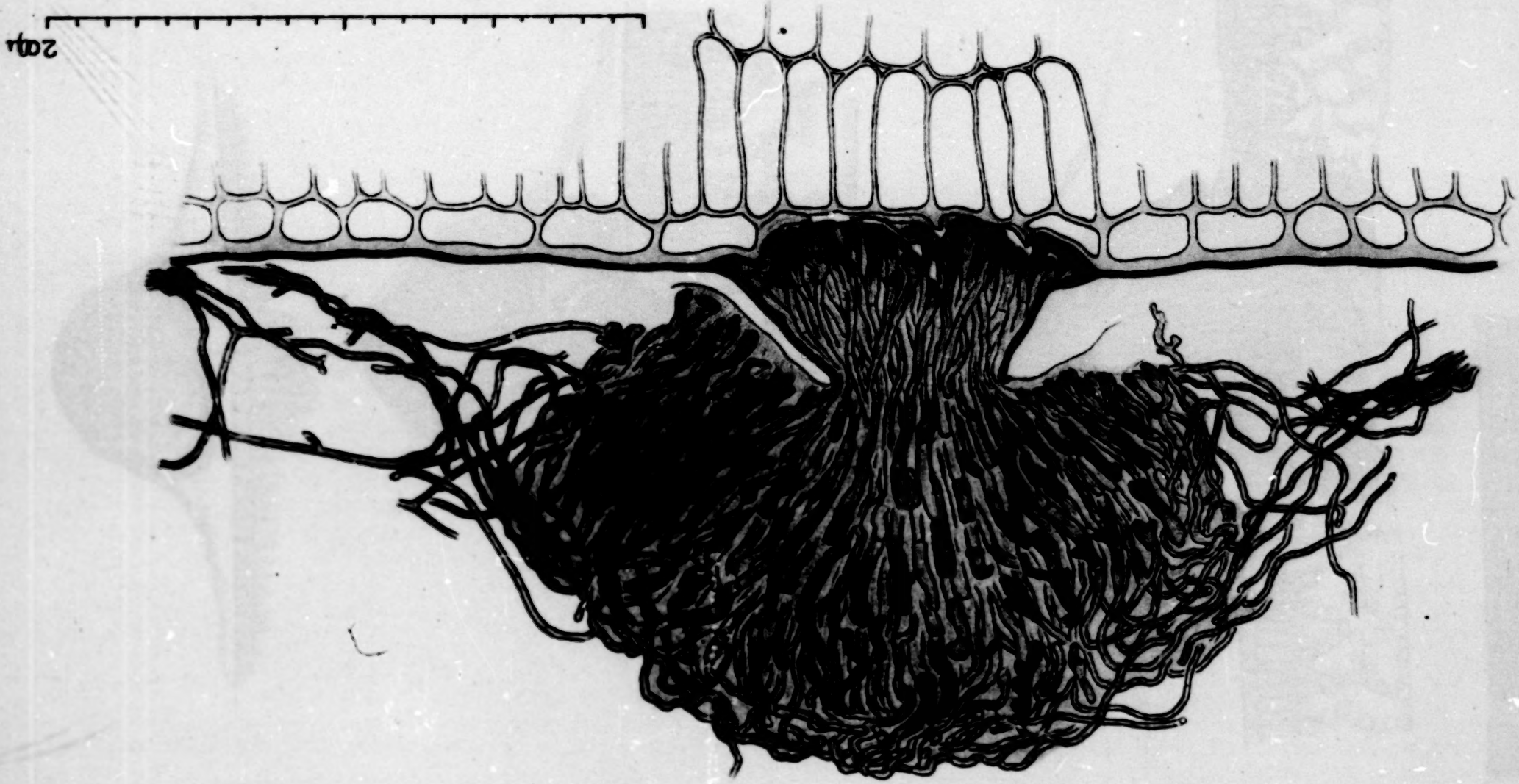
2

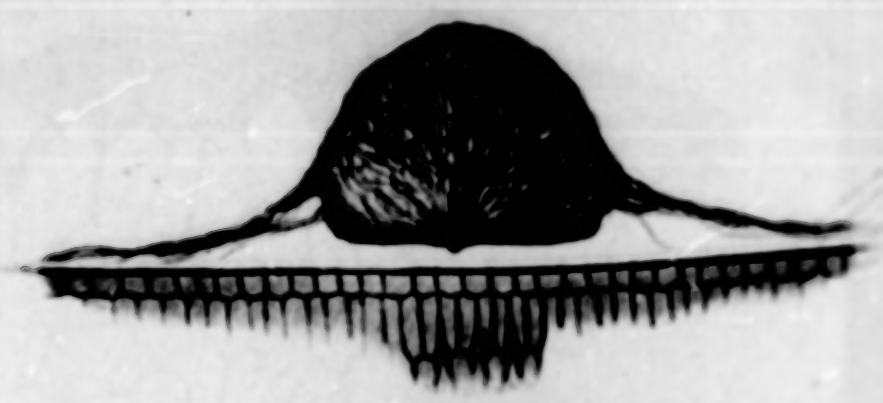


3

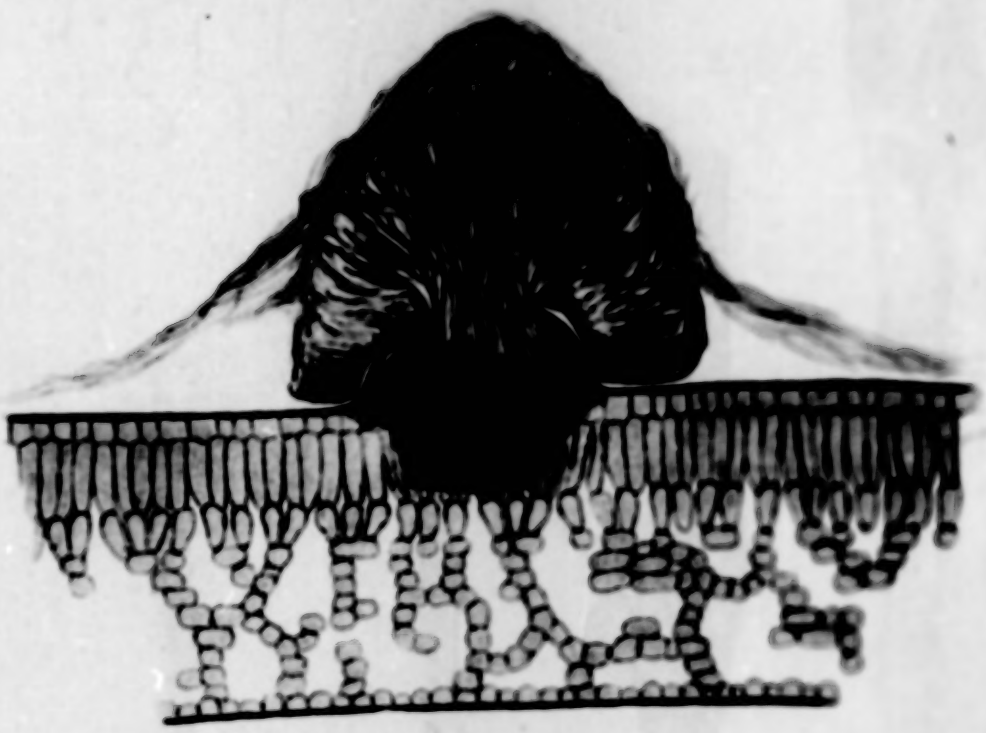
HELIOTYPIE, VAN LEER, AMSTERDAM

HELIOTYPIE, VAN LEER, AMSTERDAM.





1



2

3

4

50μ

HELIOTYPIE, VAN LEER, AMSTERDAM

30μ

Fig. 5-7

100μ

Fig. 8-9

50μ

Fig. 8-4